

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 330.322.54

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА РИСКА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

© 2012 г.

Ю.В. Трифонов, Е.Н. Вышинская, И.М. Вышинский

Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского

ei202@mail.ru

Поступила в редакцию 31.10.2011

Рассматриваются перспективные методики оценки риска инвестиционных проектов, связанные с предвидением результатов инвестирования. Устанавливается, что нечётко-множественный подход дает более приемлемые результаты и более прост в реализации.

Ключевые слова: инвестиционный проект, риск, вероятностный подход, нечётко-множественный подход.

Управление в современном мире становится все более трудным делом, поскольку организационная структура общества усложняется. Эта сложность объясняется характером взаимоотношений между различными элементами организаций и физическими системами, с которыми она взаимодействует. Хотя эта сложность существовала давно, только сейчас приходит понимание ее истинного значения. Теперь становится очевидно, что изменение одной из характеристик системы может легко привести к изменениям или создать потребность в изменениях в других частях системы.

В связи с этим во множестве разрабатываются алгоритмы анализа сложных процессов и систем. «Краеугольным камнем» таких алгоритмов является преодоление неопределенности как неустранимого качества рыночной среды. Неопределенность может быть классифицирована. Возьмем классификацию, данную в работе [1]. Неопределенность может пониматься как неизвестность, неполнота, недостоверность. Недостоверность, в свою очередь, может иметь физический или лингвистический смысл. Физическая неопределенность может быть трактована как неточность или случайность. Лингвистическая неопределенность как неопределенность значений слов (омонимия) или неопределенность смысла фраз (синтаксическая, семантическая).

В качестве примера процесса, который вплотную связан с неопределенностью с общесистемной точки зрения, возьмем анализ риска инвестиционных проектов. *Инвестиционный проект* – план или программа мероприятий,

связанных с осуществлением капитальных вложений с целью их последующего возмещения и получения прибыли.

Инвестиционный проект предполагает планирование во времени трех основных денежных потоков: потока инвестиций, потока текущих (операционных) платежей и потока поступлений. Ни поток текущих платежей, ни поток поступлений не могут быть спланированы вполне точно, поскольку нет и не может быть полной определенности относительно будущего состояния рынка. Цена и объемы реализуемой продукции, цены на сырье и материалы и прочие денежно-стоимостные параметры среды по факту их осуществления в будущем могут сильно разниться с предполагаемыми плановыми значениями, которые оцениваются с позиций сегодняшнего дня.

Неустранимая информационная неопределенность влечет столь же неустранимый риск принятия инвестиционных решений. Всегда остается возможность того, что проект, признанный состоятельным, окажется *de facto* убыточным, поскольку достигнутые в ходе инвестиционного процесса значения параметров отклонились от плановых или же какие-либо факторы вообще не были учтены. Инвестор никогда не будет располагать всеобъемлющей оценкой риска, так как число разнообразий внешней среды всегда превышает управленческие возможности принимающего решения лица [2], и обязательно найдется слабоожидаемый сценарий развития событий (любая катастрофа, к примеру), который, будучи не учтен в проекте, тем не менее, может состояться и сорвать инве-

стиционный процесс. В то же время инвестор обязан прилагать усилия по повышению уровня своей осведомленности и пытаться измерять рискованность своих инвестиционных решений как на стадии разработки проекта, так и в ходе инвестиционного процесса. Если степень риска будет расти до недопустимых значений, а инвестор не будет об этом знать, то он обречён действовать вслепую.

Способ оценки риска инвестиций прямо связан со способом описания информационной неопределенности в части исходных данных проекта. Можно выделить следующие подходы к описанию исходных данных:

1) вероятностный подход, когда исходные данные имеют вид случайных величин со своим вероятностным распределением;

2) минимаксный подход. Формируется некий класс ожидаемых сценариев развития событий в инвестиционном процессе и из этого класса выбирается два сценария, при которых процесс достигает максимальной и минимальной эффективности, соответственно;

3) нечетко-множественный подход, когда исходные данные описываются треугольными нечеткими числами.

Проведем сравнение (1) и (3) подхода. Оба подхода базируются на хорошо известной в литературе по инвестиционному анализу формуле чистой современной ценности инвестиций (NPV – Net Present Value):

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{NCF_i}{(1+r)^i} - I_0, \quad (1)$$

где NCF – поступления от проекта в i -ом периоде;

n – число плановых периодов инвестиционного процесса, соответствующих сроку жизни проекта;

r – норма дисконта (ставка дисконтирования);

I_0 – стартовый объем инвестиций.

Если проект рассчитан на производство нового вида продукции, то поступления от проекта можно рассчитать по следующей формуле:

$$NCF_i = (Q \times (P - V) - F - A) \times (1 - T) + A, \quad (2)$$

где

Q – количество производимой продукции;

P – предполагаемая цена новой продукции;

V – переменные расходы;

F – постоянные расходы;

A – амортизация;

T – налог на прибыль.

Таким образом, исходные данные – это девять величин – $n, r, I, Q, P, V, F, A, T$.

Критерием эффективности проекта может служить оценка $NPV > 0$. Критерий может быть выражен в процентах, а также определен качественно в удобной для инвестора форме, на-

пример с помощью лингвистической переменной *степень риска*, имеющей значения {Незначительная, Низкая, Средняя, Относительно высокая, Неприемлемая}.

Рассмотрим вероятностный подход к определению исходных данных. Во-первых, ко всем девяти величинам весьма затруднительно подобрать подходящие законы распределения. Во-вторых, использование формул (1) и (2) приведет к нежелательной жесткой корреляционной зависимости исходных величин. Следовательно, имеет смысл разбить исходные данные на две категории: случайные величины и постоянные величины. Выберем три случайных величины: Q – количество производимой продукции; P – предполагаемая цена новой продукции; V – переменные расходы. Остальные шесть величин будем считать постоянными, это n – число плановых периодов инвестиционного процесса; r – норма дисконта; I – стартовый объем инвестиций; F – постоянные расходы; A – амортизация; T – налог на прибыль.

Но даже при таком подходе следует отметить, что выбор закона распределения Q, P и V будет оказывать влияние на корреляцию случайных величин и закон распределения NPV – чистой современной стоимости проекта.

Для реализации вероятностного подхода может быть использован имитационный эксперимент с применением метода Монте-Карло [3].

При нечетко-множественном подходе все девять исходных величин могут быть описаны треугольными нечеткими числами вида $A = (a_{\min}, a, a_{\max})$, где a_{\min} – наименьшее возможное значение; a – наиболее ожидаемое значение; a_{\max} – наибольшее возможное значение. Часто треугольное нечеткое число задается равнобедренным треугольником, т.е. $a = \frac{a_{\min} + a_{\max}}{2}$.

А в том случае если какой-либо из параметров A однозначно задан, нечеткое число A вырождается в действительное число A_R с выполнением условия $a_{\min} = a = a_{\max}$.

Целый раздел теории нечетких множеств – мягкие вычисления (нечеткая арифметика) – вводит набор операций над нечеткими числами [4]. Эти операции вводятся через операции над функциями принадлежности (рис. 1) на основе так называемого сегментного принципа.

Определим *уровень принадлежности* α как ординату функции принадлежности нечеткого числа. Тогда пересечение функции принадлежности с нечетким числом дает пару значений, которые принято называть *границами интервала достоверности*.

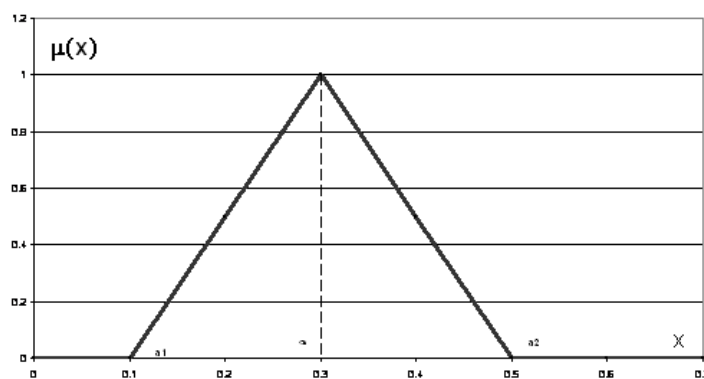


Рис. 1. Функция принадлежности треугольного нечеткого числа

Таблица 1

Исходные значения для имитационного эксперимента

Показатели	Наименьшее значение	Наибольшее значение	Закон распределения	Оптимальное (точное) значение
Q	150	300	Равномерный	225
P	40	55	Равномерный	47.5
V	25	35	Равномерный	30
n				5
r				10%
I				2000
F				500
A				100
T				60%

Таблица 2

Результаты имитационного эксперимента

Показатели	NCF	NPV
Среднее значение	1 418.775	3 378.275
Станд. отклонение	553.726	2 099.057
Кэфф. вариации	0.390	0.621
Минимум	334.653	-731.402
Максимум	3 252.302	10 328.785
Число случаев NPV<0		18.000
Сумма убытков		-5 314.664
Сумма доходов		1 691 073.719
Вероятность $p(NPV \leq X)$	Нормал. (X)	$p(NPV \leq X)$
$X = 0$	-1.609	0.054

Зададимся фиксированным уровнем принадлежности α и определим соответствующие ему интервалы достоверности по двум нечетким числам A и B: $[a_1, a_2]$ и $[b_1, b_2]$, соответственно. Тогда основные операции с нечеткими числами сводятся к операциям с их интервалами достоверности. А операции с интервалами, в свою очередь, выражаются через операции с действительными числами – границами интервалов.

По каждому нечеткому числу в структуре исходных данных можно получить интервалы достоверности. И тогда, для заданного уровня α , путем подстановки соответствующих границ интервалов проводим расчеты по формулам (1) и (2). Задавшись приемлемым уровнем дискретизации по α на интервале принадлежности $[0, 1]$, можно реконструировать результирующее

нечеткое число NPV путем аппроксимации его функции принадлежности μ_{NPV} ломаной кривой по интервальным точкам. Часто оказывается возможным привести NPV к треугольному виду.

Таким образом, задание исходных величин при нечетко-множественном подходе может оказаться для эксперта даже проще, чем при вероятностном подходе.

Сравним результаты применения методов, взяв исходные значения в соответствии с табл. 1.

Результатом имитационного моделирования становится статистическая оценка риска (табл. 2).

Вероятность того, что NPV примет отрицательное значение, составляет 5.4%, то есть степень риска можно охарактеризовать как низкую.

Теперь представим результаты нечетких расчетов. Расчеты проведены в табличном про-

Таблица 3

Результаты при использовании нечетко-множественного подхода

Показатели	NCF	NPV
Оптим. значение	1 480	3 610.364
Минимум	160	-1393.47
Максимум	3 580	11571.02
$\alpha 1$		0.278
R		0.107
Критерий V&M		0.017

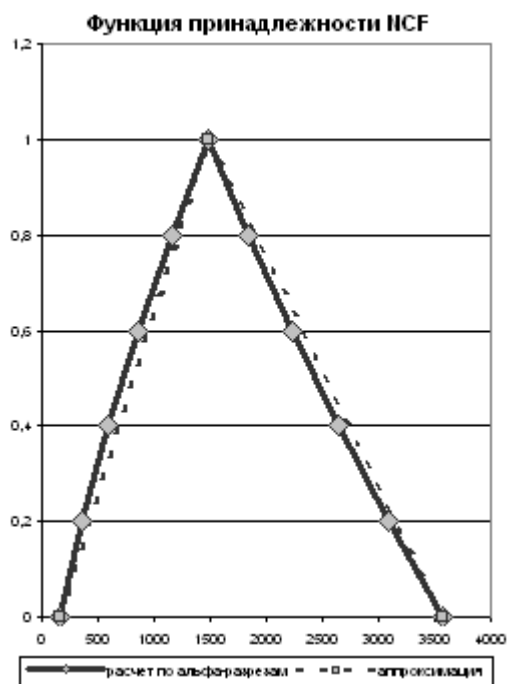


Рис. 2. Нечеткое треугольное число поступлений от проекта

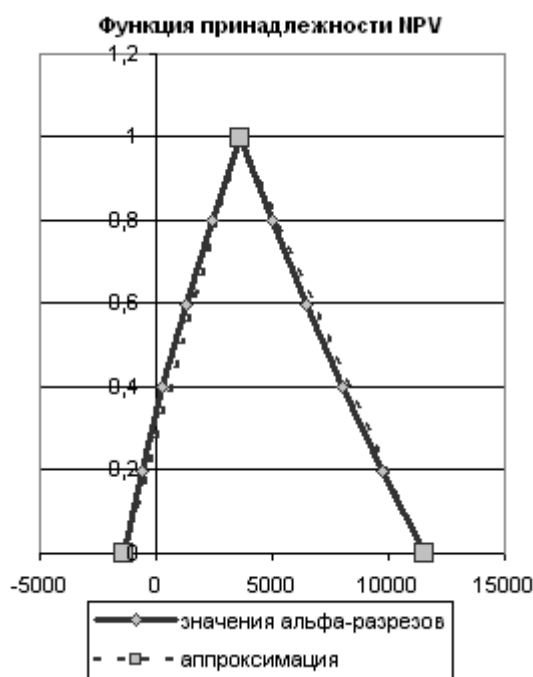


Рис. 3. Нечеткое треугольное число чистой современной стоимости проекта

цессоре Excel, на основе алгоритма, описанного в [4] (табл. 3).

Функции принадлежности NCF и NPV подтверждают треугольный вид нечетких чисел (рис. 2 и 3). При расчетах на основе сегментного принципа изменяется лишь их симметричность. Критерий оценки риска дает значение 1.7%, то есть степень риска незначительная.

Как видим, среднее и оптимальное значение, минимум и максимум NCF и NPV в имитационном эксперименте и при выполнении нечетких вычислений вполне сопоставимы, как и получившаяся оценка степени риска.

Тем не менее метод Монте-Карло имеет ряд существенных труднопреодолимых ограничений. Первое связано с количеством величин, имеющих вероятностную природу. Из девяти входных параметров только три определены как случайные величины. Второе ограничение связано с выбором закона распределения случайных величин. Опытным путем выбрано равно-

мерное распределение как дающее наименьшую корреляцию. Третье ограничение – это большой объем вычислений, необходимый для достижения достоверного результата.

Все указанные ограничения легко преодолимы при применении нечетко-множественного подхода. Во-первых, достаточно просто любой входной параметр задать треугольным нечетким числом. Во-вторых, нечетко-множественный подход избавляет от выбора закона распределения. В-третьих, объем вычислений при нечетко-множественном подходе значительно меньше, чем при применении метода Монте-Карло.

Если r – норма дисконта и I – стартовый объем инвестиций задать треугольными нечеткими числами: $r = (10\%, 15\%, 20\%)$, $I = (1000, 2000, 3000)$, то можно получить результаты нечетких расчетов, представленные в табл. 4.

Изменение входных параметров никак не повлияло на алгоритм и объем нечетких вычислений. Критерий оценки риска увеличился с

Таблица 4

Результаты нечетко-множественного подхода при увеличении числа входных нечетких параметров с трех до пяти

Показатели	NCF	NPV
Оптим. значение	1 480	2 961.19
Минимум	160	-2 521.5
Максимум	3 580	12 571.02
α_1		0.46
R		0.167
Критерий V&M		0.046

1.7% до 4.6%, что вполне закономерно при возрастании степени неопределенности исходных параметров.

В имитационном эксперименте указанное выше изменение входных параметров приведет к росту объема вычислений, вызовет затруднения с обоснованием вероятностной природы и выбором закона распределения для нормы дисконта и стартового объема инвестиций.

Список литературы

1. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной / А.Н.Борисов и др. – Рига: Зинатне, 1982.
2. Хил Лафуенте А.М. Финансовый анализ в условиях неопределенности. Минск: Тэхнолoгiя, 1998.
3. Лукасевич И.Я. Анализ финансовых операций. М.: Финансы, ЮНИТИ, 1998.
4. Недосекин А.О., Воронов К.И. Новый показатель оценки риска инвестиций // http://www.cfin.ru/finanalysis/vm_ratio.shtml.

COMPARISON OF METHODS FOR RISK ANALYSIS OF INVESTMENT PROJECTS

Yu. V. Trifonov, E.N. Vyshinskaya, I.M. Vyshinsky

We consider some promising methods for risk assessment of investment projects involving prognostication of investment results. It is established that the set-fuzzy approach offers more advantages and is easier to implement.

Keywords: investment project, risk, probabilistic approach, fuzzy-set approach.